

明 細 書

スパークプラグの製造方法

5 <技術分野>

本発明は、火花放電を行う電極にチップを接合した内燃機関用のスパークプラグの製造方法に関するものである。

<背景技術>

- 10 従来、内燃機関には点火のためのスパークプラグが用いられている。このスパークプラグでは、一般的には、中心電極が挿設された絶縁碍子を保持する主体金具の先端部に接地電極を溶接して、接地電極の他端部を中心電極の先端部と対向させて、火花放電間隙を形成している。そして、中心電極と接地電極との間で火花放電が行われる。さらに、中心電極と接地電極との火花放電間隙を形成している部位に、耐火花消耗性向上のための貴金属チップが形成されている。

- ところで、上記スパークプラグの中心電極に貴金属チップを接合する方法として、中心電極の先端部に凹部（小径部）を設け、この凹部にチップ（放電貴金属電極）を抵抗溶接し、さらにチップの側面部を全周にわたって中心電極の先端部にレーザ溶接することで、チップと中心電極の先端部との接合強度を高めている（例えば、特許文献 1 参照。）。

[特許文献 1] 特開平 7-22155 号公報

<発明の開示>

[発明が解決しようとする課題]

- 25 しかしながら、特許文献 1 のように、単にレーザ溶接を行っただけの場合、そのレーザ光の溶接深度が浅ければ貴金属チップと電極（中心電極や接地電極）との溶融による両材料の混ざり具合が少なくなり、接合強度が弱くなる。そこで、溶接深度を深くして、貴金属チップと電極との溶融による混ざり具合を多くする

が、単純に溶接深度を深くしても接合強度が弱くなることがある。

つまり、ニッケルや鉄等を主成分とした電極に貴金属チップをレーザ溶接によって接合するため、単純に溶接深度を深くして貴金属チップと電極とを熔融させると、熔融部には、貴金属チップより融点の低い電極の材料のほうに混ざりやすくなる。これにより、エンジン等の内燃機関の冷却サイクルによって熔融部と貴金属チップの境界面に裂け目（クラック）が発生しやすくなり、チップが剥離するおそれがあった。

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、レーザ溶接によって接合した貴金属チップと電極との溶接強度が弱くなることを抑制することができるスパークプラグの製造方法を提供することを目的とする。

[課題を解決するための手段]

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップを溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との熔融部と、前記貴金属チップの非熔融部との境界面より、熔融部の内部方向へ略 0. 0 5 mm 離れた位置における貴金属の含有率が 6 0 % 以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面と、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備えている。

また、請求項 2 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、自身の先端部に柱状の貴金属チップを溶接した中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前

記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記中心電極の先端部と、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記中心電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備えている。

また、請求項3に係る発明のスパークプラグの製造方法は、請求項1または2に記載の発明の構成に加え、前記抵抗溶接工程では、前記貴金属チップの軸線方向における前記鰐部の断面積が、前記対向面の面積の1.3倍以上となるように、前記貴金属チップの抵抗溶接が行われることを特徴とする。

また、請求項4に係る発明のスパークプラグの製造方法は、中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとをそれぞれ溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面に接合された前記台座チップと、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備え

ている。

また、請求項 5 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、自身の先端部に柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとを溶接した中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略 0. 0 5 mm 離れた位置における貴金属の含有率が 6 0 % 以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記中心電極の先端部に接合された前記台座チップと、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記中心電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備えている。

また、請求項 6 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとをそれぞれ溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略 0. 0 5 mm 離れた位置における貴金属の含有率が 6 0 % 以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面と、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面に接合された前記台座チップとの抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行っ

て、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備えている。

また、請求項 7 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、自身の先端部に柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとを溶接した中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略 0. 0 5 mm 離れた位置における貴金属の含有率が 6 0 % 以上となるスパークプラグの製造方法であって、前記中心電極の先端部と、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面とは反対側の底面に接合された前記台座チップとの抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、を備えている。

また、請求項 8 に係る発明のスパークプラグの製造方法は、請求項 4 乃至 7 のいずれかに記載の発明の構成に加え、前記抵抗溶接工程では、前記貴金属チップの軸線方向における前記鰐部の断面積が、前記対向面の面積の 1. 2 倍以上となるように、前記貴金属チップの抵抗溶接が行われることを特徴とする。

[発明の効果]

本発明者等の実験によれば、その溶融部と貴金属チップ側の非溶融部との境界面よりも溶融部の内部側へ略 0. 0 5 mm 離れた位置において、貴金属の含有量が 6 0 % 以上であれば、接合強度を維持することができ、境界面におけるクラックの発生が抑制されることがわかった。

そこで、請求項 1 に係る発明のスパークプラグの製造方法では、接地電極の他端部内面に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の

照射を行って貴金属チップと接地電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。

5 また、請求項2に係る発明のスパークプラグの製造方法では、中心電極の先端部に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の照射を行って貴金属チップと中心電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。

10 また、請求項3に係る発明のスパークプラグの製造方法では、請求項1または2に係る発明の効果に加え、貴金属チップの鰐部の断面積を対向面の面積の1.3倍以上とすれば、レーザ溶接後の溶融部における貴金属含有量を確実に60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。なお、貴金属チップの鰐部の断面積とは、抵抗溶接後の鰐部の最大径のことをいう。

15 また、請求項4に係る発明のスパークプラグの製造方法では、接地電極の他端部内面に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の照射を行って貴金属チップと接地電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。さらに、鰐部の形成時に両者間に介在させた台座チップが鰐部を覆うようにして押しつぶされるので、鰐部の膨らみをあまり大きくしなくとも、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを効果的に防止することができる。

20 また、請求項5に係る発明のスパークプラグの製造方法では、中心電極の先端部に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の照射を行って貴金属チップと中心電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。さらに、

鰐部の形成時に両者間に介在させた台座チップが鰐部を覆うようにして押しつぶされるので、鰐部の膨らみをあまり大きくしなくとも、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを効果的に防止することができる。

- 5 また、請求項6に係る発明のスパークプラグの製造方法では、接地電極の他端部内面に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の照射を行って貴金属チップと接地電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。さらに、鰐部の形成時に両者間に介在させた台座チップが鰐部を覆うようにして押しつぶされるので、鰐部の膨らみをあまり大きくしなくとも、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを効果的に防止することができる。
- 10

- また、請求項7に係る発明のスパークプラグの製造方法では、中心電極の先端部に接合する貴金属チップの底部に鰐部を形成し、その鰐部にレーザ光の照射を行って貴金属チップと中心電極とのレーザ溶接を行うので、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。さらに、鰐部の形成時に両者間に介在させた台座チップが鰐部を覆うようにして押しつぶされるので、鰐部の膨らみをあまり大きくしなくとも、レーザ光が照射され両者が溶融された溶融部において貴金属含有量を60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを効果的に防止することができる。
- 15
- 20

- また、請求項8に係る発明のスパークプラグの製造方法では、請求項4乃至7のいずれかに係る発明の効果に加え、台座チップを介在させることで、貴金属チップの鰐部の断面積を対向面の面積の1.2倍以上とすれば、レーザ溶接後の溶融部における貴金属含有量を確実に60%以上とすることができ、溶融部と非溶融部との間で剥離が発生することを防止することができる。
- 25

なお、前記抵抗溶接工程において、前記接地電極の他端部内面、または前記中

心電極の先端部に抵抗溶接される前記貴金属チップの突出寸法は、0.3 mm以上1.5 mm以下の大きさであり、その軸線方向の横断面の断面積は、0.12 mm²以上1.15 mm²以下であることが望ましい。貴金属チップの突出寸法が0.3 mmより小さければ、内燃機関の燃焼室内で点火時にかかる負荷の影響が小さいため、溶融部と非溶融部との間で剥離は発生しにくい。また、貴金属チップの突出寸法を1.5 mmより大きくした場合、火花放電間隙で形成される火炎核に対する消炎作用の低減の効果がそれ以上向上せず、耐火花消耗性が低下する。また、貴金属チップの断面積を0.12 mm²より小さくすると、火花放電間隙で形成される火炎核の熱を、接地電極あるいは中心電極に効果的に逃がすことが難しくなり、耐火花消耗性が低下する。また、貴金属チップの断面積を1.15 mm²より大きくすれば、貴金属チップと接地電極あるいは中心電極との接合部分において、抵抗溶接による部分に対してレーザ溶接による部分の割合が少なくなるため、たとえ剥離が生じても両者間の接合に影響を及ぼしにくい。

15 <図面の簡単な説明>

[図1] スパークプラグ100の部分断面図である。

[図2] 第1の実施の形態における接地電極60の内面63への貴金属チップ90の抵抗溶接工程を示す図である。

[図3] 第1の実施の形態における接地電極60の内面63への貴金属チップ90の抵抗溶接工程後を示す図である。

[図4] 第1の実施の形態における接地電極60の内面63への貴金属チップ90のレーザ溶接工程を示す図である。

[図5] 第1の実施の形態における中心電極2の先端面25への貴金属チップ190の抵抗溶接工程を示す図である。

[図6] 第1の実施の形態における中心電極2の先端面25への貴金属チップ190のレーザ溶接工程を示す図である。

[図7] スパークプラグ200の接地電極60と貴金属チップ90との接合部の要部拡大断面図である。

〔図 8〕 第 2 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への台座チップ 7 5 の抵抗溶接工程を示す図である。

〔図 9〕 第 2 の実施の形態における台座チップ 7 5 への貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接工程を示す図である。

5 〔図 1 0〕 第 2 の実施の形態における台座チップ 7 5 への貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接工程後を示す図である。

〔図 1 1〕 第 2 の実施の形態における台座チップ 7 5 への貴金属チップ 9 0 のレーザ溶接工程を示す図である。

10 〔図 1 2〕 第 2 の実施の形態における台座チップ 1 7 5 への貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接工程を示す図である。

〔図 1 3〕 第 2 の実施の形態における台座チップ 1 7 5 への貴金属チップ 9 0 のレーザ溶接工程を示す図である。

〔図 1 4〕 第 3 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接工程を示す図である。

15 〔図 1 5〕 第 3 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接工程後を示す図である。

〔図 1 6〕 第 3 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 のレーザ溶接工程を示す図である。

〔符号の説明〕

- 20 1 絶縁碍子
 2 中心電極
 5 主体金具
 1 2 中心貫通孔
 6 0 接地電極
25 6 1 先端部
 6 2 基部
 6 3 内面
 7 5、1 7 5 台座チップ

	80、180	熔融部
	83、183	境界面
	90、190	貴金属チップ
	91、191	対向面
5	92、192	底面
	94、194	鍔部
	95、195	非熔融部
	100、200	スパークプラグ

10 <発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明を具体化したスパークプラグの製造方法の実施の形態について、図面を参照して説明する。まず、図1を参照して、第1の実施の形態におけるスパークプラグの一例としてのスパークプラグ100の構造について説明する。図1は、スパークプラグ100の部分断面図である。

15 図1に示すように、スパークプラグ100は、概略、絶縁体を構成する絶縁碍子1と、絶縁碍子1の長手方向略中央部に設けられ、この絶縁碍子1を保持する主体金具5と、絶縁碍子1内に軸線方向に保持された中心電極2と、主体金具5の先端部57に一端部（基部62）を溶接され、他端部（先端部61）が中心電極2の先端部22に対向する接地電極60と、中心電極2の上端部に設けられた
20 端子金具4とから構成されている。

次に、このスパークプラグ100の絶縁体を構成する絶縁碍子1について説明する。絶縁碍子1は、周知のようにアルミナ等を焼成して形成されており、その後端部（図1における上部）には、沿面距離を稼ぐためのコルゲーション11が形成されている。また、絶縁碍子1の先端部（図1における下部）には、内燃機
25 関の燃焼室に曝される脚長部13が設けられている。さらに、絶縁碍子1の軸中心には中心貫通孔12が形成され、この中心貫通孔12には中心電極2が保持されている。中心電極2は、インコネル（商標名）600または601等のニッケル系合金等からなる電極母材21を少なくとも表層部に有している。なお、中心

貫通孔 1 2 が、本発明における「軸孔」に相当する。

中心電極 2 の先端部 2 2 は絶縁碍子 1 の先端面から突出しており、先端側に向かって径小となるように形成されている。その先端部 2 2 の先端面 2 5 には、柱状の貴金属チップ 1 9 0 が、中心電極 2 の軸線方向に溶接されている。また、中心電極 2 は、中心貫通孔 1 2 の内部に設けられたシール体 1 4 およびセラミック抵抗 3 を経由して、上方の端子金具 4 に電氣的に接続されている。そして端子金具 4 には高圧ケーブル（図示外）がプラグキャップ（図示外）を介して接続され、高電圧が印加されるようになっている。

次に、主体金具 5 について説明する。図 1 に示すように、主体金具 5 は、絶縁碍子 1 を保持し、図示外の内燃機関にスパークプラグ 1 0 0 を固定するためのものである。絶縁碍子 1 は主体金具 5 に囲まれて支持されている。主体金具 5 は低炭素鋼材で形成され、図示外のスパークプラグレンチが嵌合する工具係合部である六角部 5 1 と、図示外の内燃機関上部に設けられたエンジンヘッドに螺合するねじ部 5 2 とを備えている。このねじ部 5 2 の規格の一例としては、M 1 4 等が用いられる。主体金具 5 は、かしめ部 5 3 をかしめることにより、板パッキン 8 を介して段部 5 6 に絶縁碍子 1 が支持されて、主体金具 5 と絶縁碍子 1 とが一体にされる。かしめによる密閉を完全なものとするため、主体金具 5 と絶縁碍子 1 との間に環状のリング部材 6, 7 が介在され、リング部材 6, 7 の間にはタルク（滑石）9 の粉末が充填されている。また、主体金具 5 の中央部には鏢部 5 4 が形成され、ねじ部 5 2 の後端部側（図 1 における上部）近傍、すなわち鏢部 5 4 の座面 5 5 にはガスケット 1 0 が嵌挿されている。なお、六角部 5 1 の対辺寸法は、一例として 1 6 mm であり、主体金具 5 の座面 5 5 から先端部 5 7 までの長さは、一例として 1 9 mm である。

次に、接地電極 6 0 について説明する。接地電極 6 0 は、耐腐食性の高い金属から構成され、一例として、インコネル（商標名）6 0 0 または 6 0 1 等のニッケル合金が用いられる。この接地電極 6 0 は自身の長手方向の横断面が略長方形を有しており、基部 6 2 が主体金具 5 の先端部 5 7 に溶接により接合されている。また、接地電極 6 0 の先端部 6 1 は、中心電極 2 の先端部 2 2 に対向するように

5 屈曲されている。この中心電極 2 に対向する側の面である接地電極 6 0 の内面 6 3 は、中心電極 2 の軸線方向に略直交している。この内面 6 3 には円柱状の貴金属チップ 9 0 が突設され、その貴金属チップ 9 0 の対向面 9 1 が、中心電極 2 の貴金属チップ 1 9 0 の対向面 1 9 1 に対向されている。対向面 9 1、1 9 1 同士は、貴金属チップ 9 0 の軸線方向に対して直交する平面となっている。

10 貴金属チップ 9 0、1 9 0 には、その一例として耐消耗性に優れたプラチナを主成分とするプラチナーロジウム合金が用いられている。なお、この貴金属チップ 9 0 には、プラチナを主成分として、イリジウム、ニッケル、タングステン、パラジウム、ルテニウム、オスミウムのうち少なくとも一つが添加された合金を用いてもよい。あるいは、イリジウムを主成分として、ロジウム、プラチナ、ニッケル、タングステン、パラジウム、ルテニウム、オスミウムのうち少なくとも一つが添加された合金を用いてもよい。貴金属チップ 9 0、1 9 0 としてこれらの貴金属からなる合金を用いるのは、耐消耗性を高めるためである。

15 [実施例 1]

まず、実施例 1 では、剥離を防止するための貴金属含有量を調べた。表 1 は、溶融部 8 0 の測定部位の貴金属含有量と剥離の発生の有無との関係を示す表である。

20 なお、このときの実験条件は、以下の通りである。貴金属チップ 9 0 は、その外径が、0. 7 mm、高さが 0. 8 mm のプラチナーロジウム合金製である。また、接地電極 6 0 は、その幅（短手方向の長さ）が 2. 5 mm、厚みが 1. 4 mm のニッケル系合金製である。この貴金属チップ 9 0 を接地電極 6 0 の内面 6 3 に当接させ、1 0 0 0 A の電流を印加して抵抗溶接を行って仮接合した。さらに、仮接合された貴金属チップ 9 0 の全周にわたって、レーザパルスエネルギーが 2 J、パルス幅 2 m s e c の Y A G レーザを照射して、レーザ溶接を行った。そして、この貴金属チップ 9 0 が接合された接地電極 6 0 に対して 1 0 0 0 ℃による加熱を 2 分間行った後、自然冷却を 1 分間行い、これを 1 サイクルとして 1 0 0 0 サイクルの冷熱試験を行った。これを 1 0 0 0 個のサンプルについて行った。

その後、冷熱試験後に採取したサンプルより、貴金属チップ 90 と溶融部 80 との境界面 83 から溶融部 80 の内部方向に向かって略 0.05 mm 離れた位置(測定部位)における貴金属含有量と、境界面 83 における剥離性との関係を調べた結果を表 1 に示す。なお、貴金属含有量は、スパークプラグ 100 を軸線を通る断面にて切断し、その切断面にて測定部位を E P M A や S E M 等を使用して計測している。

[表 1]

溶融部貴金属含有量と剥離性との関係

溶融部貴金属含有量(%)	5～50	50～60	60～95
冷熱試験後剥離性 良：○(全てクラックが発生しない) 可：△(一部クラックが発生) 不可：×(必ずクラックが発生)	×	△	○

表 1 に示すように、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量が 5 % 以上 50 % 未満であった場合、冷熱試験後に、溶融部 80 と非溶融部 95 との間には必ず裂け目(クラック)が生じ、剥離が発生した。また、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量が 50 % 以上 60 % 未満であった場合、剥離が発生したものもあれば、発生しなかったものもあった。さらに、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量が 60 % 以上 95 % 未満であった場合、剥離は発生しなかった。これにより、第 1 の実施の形態において、溶融部 80 の測定部位における貴金属含有量が 60 % 以上であれば、溶融部 80 と非溶融部 95 との間の剥離は発生しないことがわかった。なお、実施例 1 では貴金属チップ 90 と接地電極 60 との間の溶接部分について行った実験を例として挙げたが、貴金属チップ 90 と中心電極 2 との間の溶接部分についても同様である。

そこで、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量を増やすため、第 1 の実施の形態では、貴金属チップ 90 と、接地電極 60、中心電極 2 のそれぞれとの接合を、

以下の溶接工程を実施することによって行っている。まず、図 2～図 4 を参照して、貴金属チップ 9 0 と接地電極 6 0 の内面 6 3 との接合について説明する。図 2～図 4 は、第 1 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の溶接工程を示す図である。

- 5 まず、主体金具 5 に接地電極 6 0 が接合されたスパークプラグ 1 0 0 が溶接治具（図示外）に保持され、貴金属チップ 9 0 を保持した溶接治具の溶接電極 8 5 による溶接位置の位置決めが行われる。接地電極 6 0 はあらかじめ非屈曲状態で主体金具 5 に接合されており、接地電極 6 0 の内面 6 3 と、中心電極 2 の軸線を含み内面 6 3 に直交する面との交線上で、貴金属チップ 9 0 の位置決めが行われ
10 る。

- そして、図 2 に示すように、内面 6 3 に対して位置決めされた貴金属チップ 9 0 は、溶接電極 8 5 によって、対向面 9 1 とは反対側の底面 9 2 が内面 6 3 に対して押圧された状態で、抵抗溶接が行われる（抵抗溶接工程）。このとき、貴金属チップ 9 0 の底面 9 2 付近（底部）を除く部分は溶接電極 8 5 によって保持され
15 ており、貴金属チップ 9 0 が内面 6 3 に向けて押圧されることで貴金属チップ 9 0 の露出した部分は膨らみ、鰐部 9 4 が形成される。（図 3 参照）

- なお、この内面 6 3 に向けて押圧される貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接時に、貴金属チップ 9 0 には、後述する実験結果（実施例 2）に基づいて、貴金属チップ 9 0 の鰐部 9 4 の断面積（図 3 中 A で示す鰐部 9 4 の外径が最大となる部分における貴金属チップ 9 0 の軸線方向横断面の面積）が円柱状の貴金属チップ 9 0 の
20 対向面 9 1 の面積の 1.3 倍以上となるように、押圧力が与えられる。

- 次に、図 4 に示すように、貴金属チップ 9 0 の鰐部 9 4 へのレーザ光の照射が行われる。レーザ溶接は公知の YAG レーザによって行われ、貴金属チップ 9 0 の全周にわたって溶接が行われる（レーザ溶接工程）。このとき、レーザ光が照射
25 された部分には、鰐部 9 4 と接地電極 6 0 の内面 6 3 とが溶融した溶融部 8 0 が形成される。この溶融部 8 0 では、両者を形成する各々の材料が溶け合って混合される。このとき、貴金属チップ 9 0 の膨らんだ鰐部 9 4 を主に溶かし込むようにレーザ溶接が行われるので、溶融部 8 0 は、鰐部 9 4 を形成する材料、すなわ

ち貴金属が多く溶け込んだ状態となる。

特に、主体金具に接合された接地電極に貴金属チップを全周にわたってレーザ溶接する際、通常、主体金具に中心電極等が挿入された状態で行われる。そして、レーザ光が中心電極先端部により遮られないようにするために、接地電極の他端
5 部内面に対して5度乃至80度のいずれかの照射角度にて照射する。この場合、貴金属チップの外側面から細る状態で溶融部が形成されてしまい、貴金属チップが接地電極から剥離することがある。しかしながら、本発明を用いることで、上記範囲の照射角度にて接地電極に貴金属チップを全周にわたってレーザ溶接しても、十分に溶融部が形成でき、貴金属チップが接地電極から剥離することを防止
10 できる。

〔実施例2〕

ここで、貴金属チップ90の対向面91の面積に対する鏢部94の断面積と、溶融部80の測定部位の貴金属含有率との関係について、表2を参照して説明す
15 る。表2は、貴金属チップ90の鏢部94の膨らみ量と、溶融部80の測定部位の貴金属含有率との関係を示す表である。

第1の実施の形態では、実施例2として、以下のような実験を行った。抵抗溶接時に貴金属チップ90の鏢部94を、貴金属チップ90の対向面91の面積に対する鏢部94の断面積の割合（以下、「膨らみ量」という。）を1倍から1.5
20 倍の範囲とした場合において、溶融部80の測定部位の貴金属含有率を調べた。このときの各実験条件は、以下の通りである。貴金属チップ90は、その外径が、0.7mm、高さが0.8mmのプラチナーロジウム合金製である。これを荷重150Nにてニッケル系合金製の接地電極60の内面63に押し当て、1000Aの電流を印加して抵抗溶接を行った。また、レーザ溶接は、レーザパルスエネルギーが2J、パルス幅2msecのYAGレーザによって行った。これを図6
25 の表に示す、各膨らみ量ごとに、例えば1000個のサンプルについて溶融部80の測定部位の貴金属含有率を調べ、分別した。

[表 2]

チップの膨らみ量(断面積比)と溶融部貴金属含有量との関係

膨らみ量 (最大面積/チップ先端面積)	1倍	1.05倍	1.1倍	1.15倍	1.2倍	1.25倍	1.3倍	1.35倍	1.4倍	1.45倍	1.5倍
溶融部貴金属含有量 ○: 60%以上 △: 60%以上のものと未満のものとが混在 ×: 60%未満	×	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○

表 2 に示すように、膨らみ量が 1 倍、すなわち膨らみがない場合、溶融部 8 0 の測定部位の貴金属含有量は全サンプルにおいて 6 0 % 未満であった。また、膨らみ量が 1. 0 5 倍, 1. 1 倍, 1. 1 5 倍, 1. 2 倍, 1. 2 5 倍であるとき、溶融部 8 0 の測定部位の貴金属含有量は 6 0 % 以上のものと未満のものとが混在した。また、膨らみ量が 1. 3 倍, 1. 3 5 倍, 1. 4 倍, 1. 4 5 倍, 1. 5 倍であるとき、溶融部 8 0 の測定部位の貴金属含有量は全サンプルにおいて 6 0 % 以上となった。

10 以上の実験結果より、鰐部 9 4 を形成することで、溶融部 8 0 の測定部位における貴金属含有量が 6 0 % 以上となることがわかる。さらに、膨らみ量、すなわち貴金属チップ 9 0 の対向面 9 1 の面積に対する鰐部 9 4 の断面積が 1. 3 倍以上であれば、溶融部 8 0 の測定部位における貴金属含有量が確実に 6 0 % 以上となることがわかる。従って、抵抗溶接工程において鰐部 9 4 の膨らみ量が 1. 3 倍以上となるように貴金属チップ 9 0 の抵抗溶接を行えば、上記のレーザ溶接工程を経て接地電極 6 0 の内面 6 3 に接合される貴金属チップ 9 0 は、その溶融部
15 8. 0 の測定部位において貴金属含有率が確実に 6 0 % 以上となる。これにより、第 1 の実施の形態のスパークプラグの製造方法によれば、貴金属チップ 9 0 と接地電極 6 0 との溶融部 8 0 と、貴金属チップ 9 0 の非溶融部 9 5 との境界面 8 3 において、両者間の剥離を防止することができる。

以上、接地電極 6 0 の内面 6 3 に貴金属チップ 9 0 を接合する場合について説明したが、中心電極 2 の先端部 2 2 の先端面 2 5 に貴金属チップ 1 9 0 を溶接する場合も、上記同様である。以下、図 5、図 6 を参照して説明する。図 5、図 6 は、第 1 の実施の形態における中心電極 2 の先端面 2 5 への貴金属チップ 1 9 0 の溶接工程を示す図である。

25 接地電極 6 0 の内面 6 3 に貴金属チップ 9 0 を接合する場合と同様に、スパークプラグ 1 0 0 が溶接治具に保持され、貴金属チップ 1 9 0 の溶接位置の位置決めが行われる。そして、図 5 に示すように、抵抗溶接工程において底部に鰐部 1 9 4 が形成される。このとき、前記同様、貴金属チップ 1 9 0 の鰐部 1 9 4 の膨らみ量が 1. 3 倍以上となるように、抵抗溶接が行われる。

次に、図 6 に示すように、レーザ溶接工程において、前記同様、貴金属チップ 190 の鏢部 194 へのレーザ光の照射が行われる。このとき、鏢部 194 の膨らみ量が 1.3 倍以上となっているので、実施例 2 で示すように、レーザ溶接後の溶融部 180 の測定部位における貴金属含有量は確実に 60% 以上となる。すなわち、実施例 1 で示すように、貴金属チップ 190 と中心電極 2 との溶融部 180 と、貴金属チップ 190 の非溶融部 195 との境界面 183 において、両者間の剥離を防止することができる。

次に、本発明の第 2 の実施の形態のスパークプラグ 200 について説明する。なお、スパークプラグ 200 は、上述したスパークプラグ 100 の接地電極 60 と貴金属チップ 90 との接合部が異なる形態であり、その接合部の要部拡大断面図を図 7 に示す。上記接合部以外については、第 1 の実施の形態のスパークプラグ 100 と同様の構成であり、同一部分に関しては同一符号で示しており、接地電極 60 と貴金属チップ 90 との接合部について主に説明する。

図 7 に示すように、スパークプラグ 200 は、接地電極 60 の先端部 61 に貴金属チップ 90 が台座チップ 75 を介して接合されている。この台座チップ 75 は、接地電極 60 と貴金属チップ 90 との間の熱膨張率を有しており、具体的には、プラチナーニッケル合金等が挙げられる。接地電極 60 と貴金属チップ 90 とが台座チップ 75 を介することで、貴金属チップ 90 の接地電極 60 に対する接合強度がより向上する。

次に、第 2 の実施の形態のスパークプラグの製造方法について説明する。第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様に、接地電極 60 の内面 63、および中心電極 2 の先端部 22 の先端面 25 への貴金属チップ 90 の溶接を行う。この際に、貴金属チップ 90 の熱膨張率と、中心電極 2 または接地電極 60 の熱膨張率との間の熱膨張率を有する台座チップ 75 を、両者間に介在させる。まず、第 2 の実施の形態における接地電極 60 の内面 63 への貴金属チップ 90 の溶接工程について、図 8 ～図 11 を参照して説明する。図 8 ～図 11 は、第 2 の実施の形態における接地電極 60 の内面 63 への貴金属チップ 90 の溶接工程を示す図である。

第2の実施の形態のスパークプラグ200の製造方法では、第1の実施の形態と同様に、スパークプラグ200が溶接治具（図示外）に保持され、貴金属チップ90の溶接位置の位置決めが行われる。このとき、貴金属チップ90の溶接位置として決定された接地電極60の内面63上の位置には、あらかじめ台座チップ75が載置される。そして、図8に示すように、溶接電極86によって台座チップ75の抵抗溶接が行われ、内面63に仮接合される。

図9～図11で示す、貴金属チップ90の抵抗溶接工程、およびレーザ溶接工程については、第1の実施の形態と略同様である。なお、第1の実施の形態では、接地電極60の内面63に対して位置決めを行い、その内面63に対して抵抗溶接を行ったが、第2の実施の形態では、台座チップ75に対して位置決めを行い、その台座チップ75に対して抵抗溶接を行っている。このとき、図10に示す、台座チップ75を介して接地電極60の内面63に仮接合された貴金属チップ90の鰐部94の膨らみ量が、後述する実験結果（実施例3）に基づき、円柱状の貴金属チップ90の対向面91の面積の1.2倍以上となるように、この抵抗溶接時に押圧力が与えられる。なお、この場合の膨らみ量の基準となる貴金属チップ90の鰐部94の断面積とは、図10中Bで示す鰐部94の外径が最大となる部分における貴金属チップ90の軸線方向横断面の面積である。台座チップ75は、貴金属チップ90の鰐部94を取り囲むように押しつぶされることとなる。

〔実施例3〕

ここで、貴金属チップ90の対向面91の面積に対する鰐部94の断面積と、溶融部80の測定部位の貴金属含有率との関係について、表3を参照して説明する。表3は、貴金属チップ90の鰐部94の膨らみ量と、溶融部80の測定部位の貴金属含有率との関係を示す表である。

第2の実施の形態では、実施例3として、以下のような実験を行った。台座チップ75を介在させた状態で貴金属チップ90の抵抗溶接を行ったときの貴金属チップ90の鰐部94の膨らみ量を1倍から1.5倍の範囲で膨らませた場合において、溶融部80の測定部位の貴金属含有率を調べた。このときの各実験条件

は、以下の通りである。台座チップ 75 は、円形ディスク状のチップであり、直径が 1 mm、厚みが 0.1 mm のプラチナーニッケル合金製である。その他の実験条件は、実施例 2 と同様である。そして、表 3 に示す、各膨らみ量ごとに、例えば 1000 個のサンプルについて溶融部 80 の測定部位における貴金属含有率を調べ、分別した。

5

[表 3]

チップの膨らみ量 (断面積比) と溶融部貴金属含有量との関係												
膨らみ量 (最大面積/チップ先端面積)	1倍	1.05倍	1.1倍	1.15倍	1.2倍	1.25倍	1.3倍	1.35倍	1.4倍	1.45倍	1.5倍	
溶融部貴金属含有量 ○ : 60%以上 △ : 60%以上のものと未満のものとが混在 × : 60%未満	×	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○

表 3 に示すように、膨らみ量が 1 倍、すなわち膨らみがない場合、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量は全サンプルにおいて 60 % 未満であった。また、膨らみ量が 1.05 倍、1.1 倍、1.15 倍であるとき、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量は 60 % 以上のものと未満のものとが混在した。また、膨らみ量が 1.2 倍、1.25 倍、1.3 倍、1.35 倍、1.4 倍、1.45 倍、1.5 倍であるとき、溶融部 80 の測定部位の貴金属含有量は全サンプルにおいて 60 % 以上となった。

以上の実験結果より、鰐部 94 を形成することで、溶融部 80 の測定部位における貴金属含有量が 60 % 以上となることがわかる。さらに、貴金属チップ 90 の鰐部 94 の膨らみ量が 1.2 倍以上であれば、貴金属を含む台座チップ 75 が介在したまま形成された溶融部 80 の測定部位における貴金属含有量が確実に 60 % 以上となることがわかる。従って、抵抗溶接工程において、鰐部 94 の膨らみ量が 1.2 倍以上となるように貴金属チップ 90 の抵抗溶接を行えば、前記したレーザ溶接工程において、台座チップ 75 を介在させて接地電極 60 に接合される貴金属チップ 90 は、その溶融部 80 の測定部位の貴金属含有率が確実に 60 % 以上となる。これにより、第 2 の実施の形態のスパークプラグの製造方法によれば、貴金属チップ 90 と接地電極 60 との溶融部 80 と、貴金属チップ 90 の非溶融部 95 との境界面 83 において、両者間の剥離を防止することができる。

以上、接地電極 60 の内面 63 への貴金属チップ 90 の接合について説明したが、中心電極 2 の先端部 22 の先端面 25 に貴金属チップ 190 を溶接する場合も、上記同様である。以下、図 12、図 13 を参照して説明する。図 12、図 13 は、第 2 の実施の形態における中心電極 2 の先端面 25 への貴金属チップ 190 の溶接工程を示す図である。

まず、接地電極 60 の内面 63 に貴金属チップ 90 を接合する場合と同様に、スパークプラグ 200 が溶接治具（図示外）に保持され、貴金属チップ 190 の溶接位置の位置決めが行われる。このとき、貴金属チップ 190 の溶接位置として決定された先端面 25 上の位置にはあらかじめ台座チップ 175 が載置され、抵抗溶接によってその先端面 25 上に接合される。

次に、図 1 2 に示すように、中心電極 2 への貴金属チップ 1 9 0 の仮接合が行われる。この抵抗溶接工程では、台座チップ 1 7 5 を介して先端面 2 5 に仮接合された貴金属チップ 1 9 0 の鰐部 1 9 4 の膨らみ量が 1.2 倍以上となるように、貴金属チップ 1 9 0 に押圧力が与えられる。台座チップ 1 7 5 は、貴金属チップ 1 9 0 の鰐部 1 9 4 を取り囲むように押しつぶされることとなる。そして、図 1 3 に示すように、レーザ溶接工程によって鰐部 1 9 4 の全周にわたってレーザ光が照射され、中心電極 2 への貴金属チップ 1 9 0 の接合が行われる。

抵抗溶接工程において鰐部 1 9 4 の膨らみ量が 1.2 倍以上となるように鰐部 1 9 4 の形成が行われるので、レーザ溶接工程において形成される溶融部 1 8 0 の測定部位における貴金属含有量は、実施例 3 に基づき確実に 6 0 % 以上となる。すなわち、実施例 1 で示すように、貴金属チップ 1 9 0 と中心電極 2 との溶融部 1 8 0 と、貴金属チップ 1 9 0 の非溶融部 1 9 5 との境界面 1 8 3 において、両者間の剥離を防止することができる。

次に、第 3 の実施の形態のスパークプラグの製造方法について説明する。第 3 の実施の形態はスパークプラグ 2 0 0 の他の実施の形態である。第 3 の実施の形態においても、第 1 の実施の形態と同様に、接地電極 6 0 の内面 6 3、および中心電極 2 の先端部 2 2 の先端面 2 5 への貴金属チップ 9 0 の溶接を行う。この際に、第 2 の実施の形態と同様に、貴金属チップ 9 0 の熱膨張率と、中心電極 2 または接地電極 6 0 の熱膨張率との間の熱膨張率を有する台座チップ 7 5 を、両者間に介在させる。まず、第 3 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の溶接工程について、図 1 4 ~ 図 1 6 を参照して説明する。図 1 4 ~ 図 1 6 は、第 3 の実施の形態における接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の溶接工程を示す図である。

第 3 の実施の形態のスパークプラグ 2 0 0 の製造方法では、第 1 の実施の形態と同様に、スパークプラグ 2 0 0 が溶接治具（図示外）に保持され、貴金属チップ 9 0 の溶接位置の位置決めが行われる。このとき、第 2 の実施の形態と同様の台座チップ 7 5 があらかじめ底面 9 2 に接合された貴金属チップ 9 0 を、第 1 の実施の形態と同様の溶接電極 8 5 に保持させる。

そして、図 1 4 に示すように、第 2 の実施の形態と同様に、溶接電極 8 5 によって貴金属チップ 9 0 の底面 9 2 が接地電極 6 0 の内面 6 3 に対し押圧された状態で、台座チップ 7 5 をその間に介在させたまま抵抗溶接が行われる。このとき、図 1 5 に示すように、第 2 の実施の形態と同様に、貴金属チップ 9 0 の鰐部 9 4 の膨らみ量が 1. 2 倍以上となるように、貴金属チップ 9 0 には押圧力が与えられる。台座チップ 7 5 は、鰐部 9 4 を取り囲むように押しつぶされることとなる。

次いで行われる図 1 6 に示す、貴金属チップ 9 0 のレーザ溶接工程については、第 1 の実施の形態と同様である。なお、台座チップ 7 5 を介在させることによって、上記した実施例 3 に基づき、貴金属チップ 9 0 の鰐部 9 4 の膨らみ量を 1. 2 倍以上とすれば、溶融部 8 0 の測定部位の貴金属含有量が確実に 6 0 % 以上となることは、第 2 の実施の形態と同様である。

抵抗溶接工程において鰐部 9 4 の膨らみ量が 1. 2 倍以上となるように鰐部 9 4 の形成が行われるので、レーザ溶接工程において形成される溶融部 8 0 の測定部位における貴金属含有量は、実施例 3 に基づき確実に 6 0 % 以上となる。これにより、第 3 の実施の形態のスパークプラグの製造方法によれば、実施例 1 で示すように、貴金属チップ 9 0 と接地電極 6 0 との溶融部 8 0 と、貴金属チップ 9 0 の非溶融部 9 5 との境界面 8 3 において、両者間の剥離を防止することができる。

以上、接地電極 6 0 の内面 6 3 への貴金属チップ 9 0 の接合について説明したが、中心電極 2 の先端部 2 2 の先端面 2 5 に貴金属チップ 1 9 0 を溶接する場合も、上記同様である。

接地電極 6 0 の内面 6 3 に貴金属チップ 9 0 を接合する場合と同様に、スパークプラグ 2 0 0 が溶接治具（図示外）に保持され、貴金属チップ 1 9 0 の溶接位置の位置決めが行われる。このとき、第 2 の実施の形態と同様の台座チップ 1 7 5 があらかじめ底面 1 9 2 に接合された貴金属チップ 1 9 0 を、第 1 の実施の形態と同様の溶接電極 8 5 に保持させる。

次に、抵抗溶接工程によって、中心電極 2 への貴金属チップ 1 9 0 の仮接合が行われる。この抵抗溶接工程では、台座チップ 1 7 5 を介して先端面 2 5 に仮接

合される貴金属チップ190の鰐部194の膨らみ量が1.2倍以上となるように、貴金属チップ190に押圧力が与えられる。台座チップ175は、貴金属チップ190の鰐部194を取り囲むように押しつぶされることとなる。そして、レーザ溶接工程によって鰐部194の全周にわたってレーザ光が照射され、中心電極2への貴金属チップ190の接合が行われる。

抵抗溶接工程において鰐部194の膨らみ量が1.2倍以上となるように鰐部194の形成が行われるので、レーザ溶接工程において形成される溶融部180の測定部位における貴金属含有量は、実施例3に基づき確実に60%以上となる。すなわち、実施例1で示すように、貴金属チップ190と中心電極2との溶融部180と、貴金属チップ190の非溶融部195との境界面183において、両者間の剥離を防止することができる。

なお、本発明は上記の第1の実施の形態に限られず、各種の変形が可能である。例えば、貴金属チップ90は円柱としたが、角柱でもよいし、角錐あるいは円錐であってもよい。また、主体金具5に接合接合した接地電極60を非屈曲状態のまま貴金属チップ90の接合を行ったが、貴金属チップ90の接合後に内面63と中心電極2とが対向するように屈曲させる向きとは反対向きに屈曲させて、貴金属チップ90の接合を行ってもよい。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2003年11月21日出願の日本特許出願（特願2003-392039）、2003年11月21日出願の日本特許出願（特願2003-392042）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

本発明は、スパークプラグに限られず、平面に柱状のチップを溶接して接合する各種の加工物に対し、本実施の形態の製造方法を適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップを溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、

10 前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面と、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、

前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記
15 貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、
を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

2. 自身の先端部に柱状の貴金属チップを溶接した中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、

25 前記中心電極の先端部と、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、

前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記

貴金属チップと前記中心電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、
を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

3. 前記抵抗溶接工程では、前記貴金属チップの軸線方向における前記鰭部の断面積が、前記対向面の面積の1.3倍以上となるように、前記貴金属チップの抵抗溶接が行われることを特徴とする請求項1または2に記載のスパークプラグの製造方法。

4. 中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとをそれぞれ溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、

前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面に接合された前記台座チップと、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰭部を形成する抵抗溶接工程と、

前記貴金属チップの前記鰭部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、

を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

5. 自身の先端部に柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとを溶接した中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持す

る絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、

前記中心電極の先端部に接合された前記台座チップと、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面とは反対側の底面との抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、

前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記貴金属チップと前記接地電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、
を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

6. 中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持する絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部に、前記中心電極と対向する柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとをそれぞれ溶接した接地電極と、を備え、前記貴金属チップと前記接地電極の他端部との溶融部と、前記貴金属チップの非溶融部との境界面より、溶融部の内部方向へ略0.05mm離れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法であって、

前記接地電極の他端部の前記中心電極と対向する側の面である他端部内面と、前記貴金属チップの対向面とは反対側の底面に接合された前記台座チップとの抵抗溶接を行って、前記貴金属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接工程と、

前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記

貴金属チップと前記中心電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、
を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

7. 自身の先端部に柱状の貴金属チップと、前記貴金属チップと自身との
5 間に、前記貴金属チップと自身との間の熱膨張率を持つ台座チップとを溶接した
中心電極と、軸線方向に軸孔を有し、前記中心電極を前記軸孔の先端側で保持す
る絶縁碍子と、前記絶縁碍子の周囲を取り囲み、前記絶縁碍子を保持する主体金
具と、一端部が前記主体金具に接合され、他端部が前記中心電極に対向する接地
電極と、を備え、前記中心電極の先端部と前記貴金属チップとの熔融部と、前記
10 貴金属チップの非熔融部との境界面より、熔融部の内部方向へ略0.05mm離
れた位置における貴金属の含有率が60%以上となるスパークプラグの製造方法
であって、

前記中心電極の先端部と、前記貴金属チップの前記接地電極に対向する対向面
とは反対側の底面に接合された前記台座チップとの抵抗溶接を行って、前記貴金
15 属チップの底部にその貴金属チップの外径を膨らませた鰐部を形成する抵抗溶接
工程と、

前記貴金属チップの前記鰐部の全周にわたってレーザ光の照射を行って、前記
貴金属チップと前記中心電極との溶接を行うレーザ溶接工程と、
を備えたことを特徴とするスパークプラグの製造方法。

20

8. 前記抵抗溶接工程では、前記貴金属チップの軸線方向における前記鰐
部の断面積が、前記対向面の面積の1.2倍以上となるように、前記貴金属チッ
プの抵抗溶接が行われることを特徴とする請求項4乃至7のいずれかに記載のス
パークプラグの製造方法。

図 1

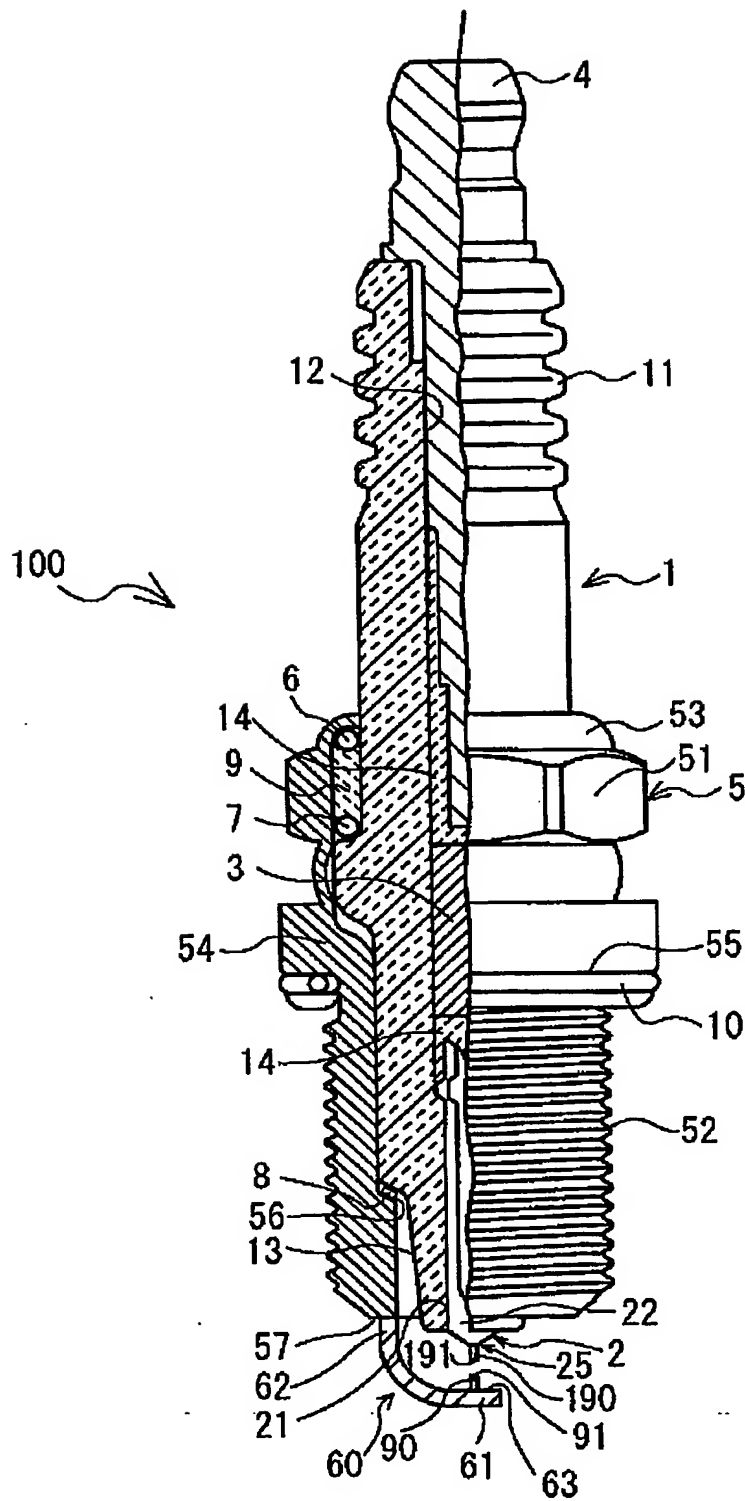


図 2

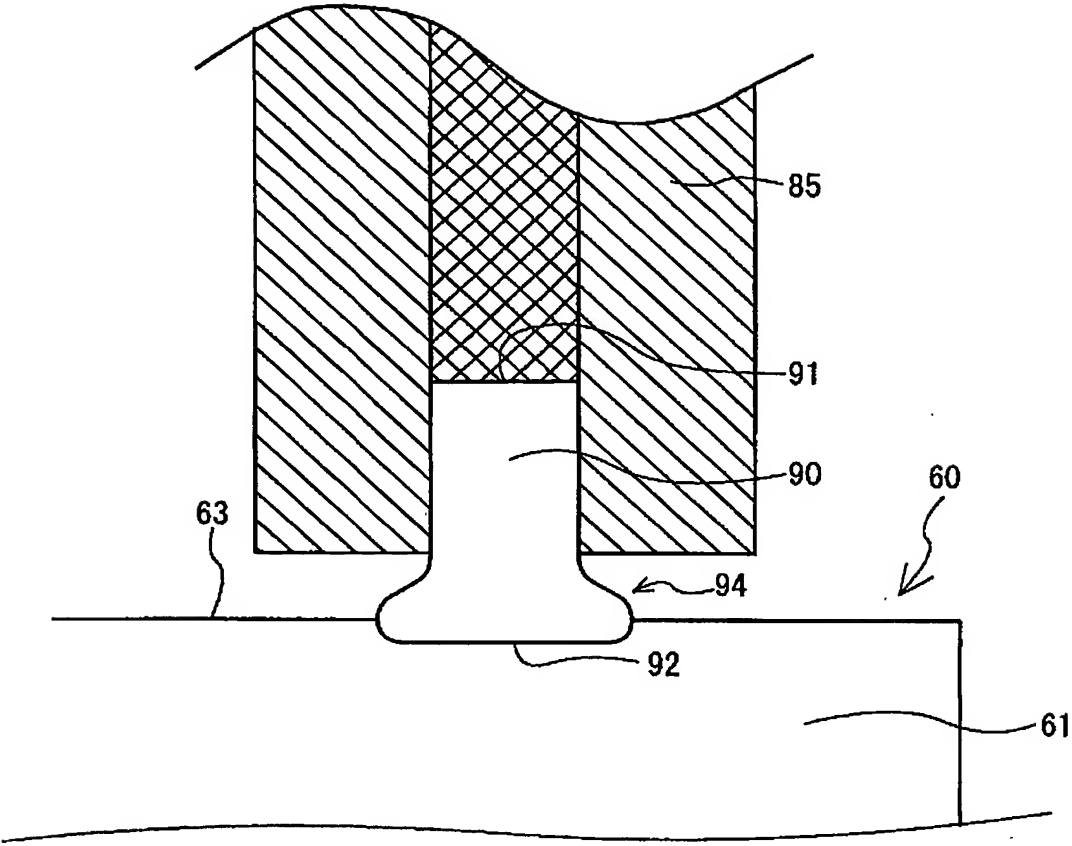


図 3

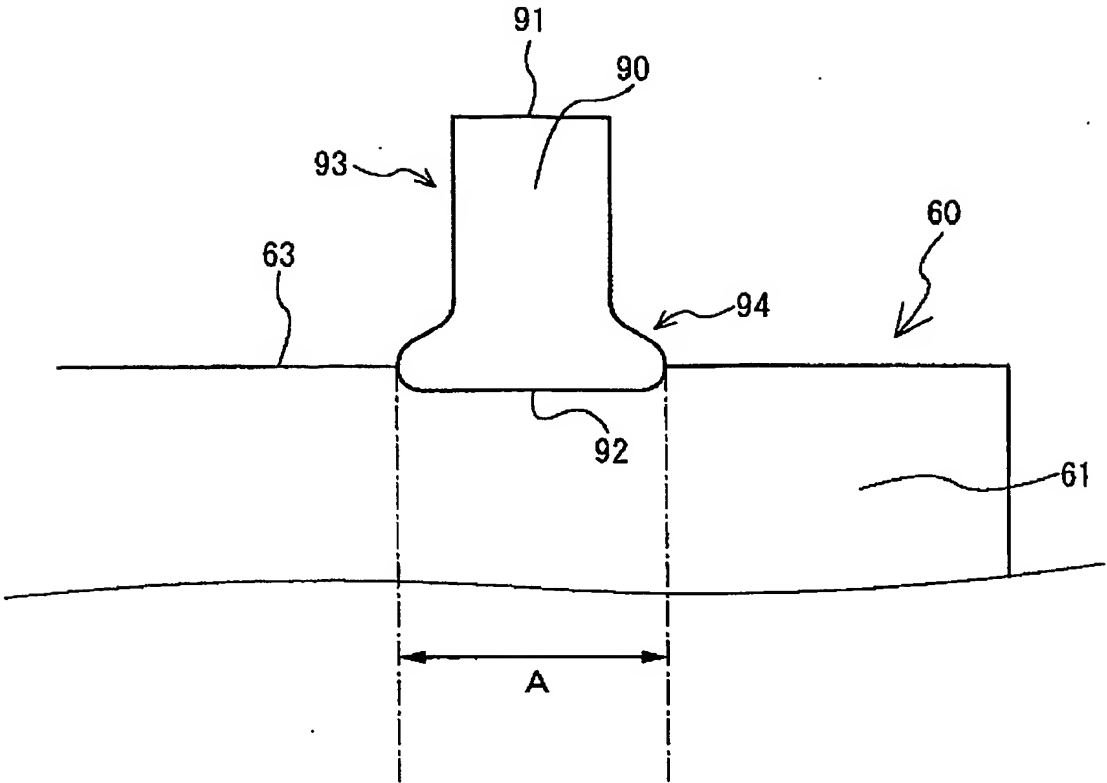


図 4

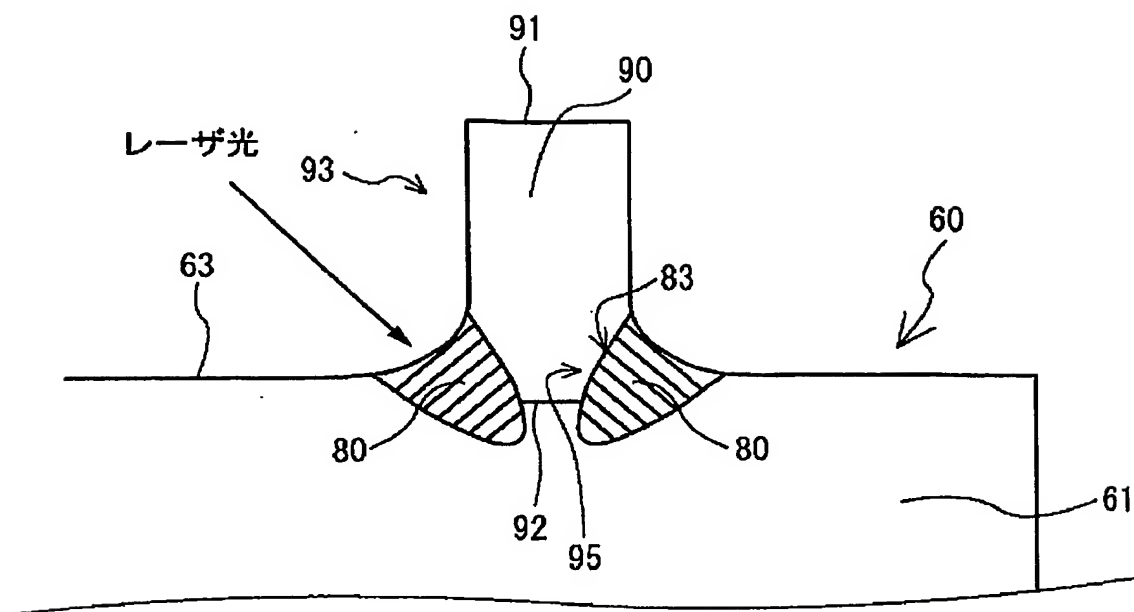


図 5

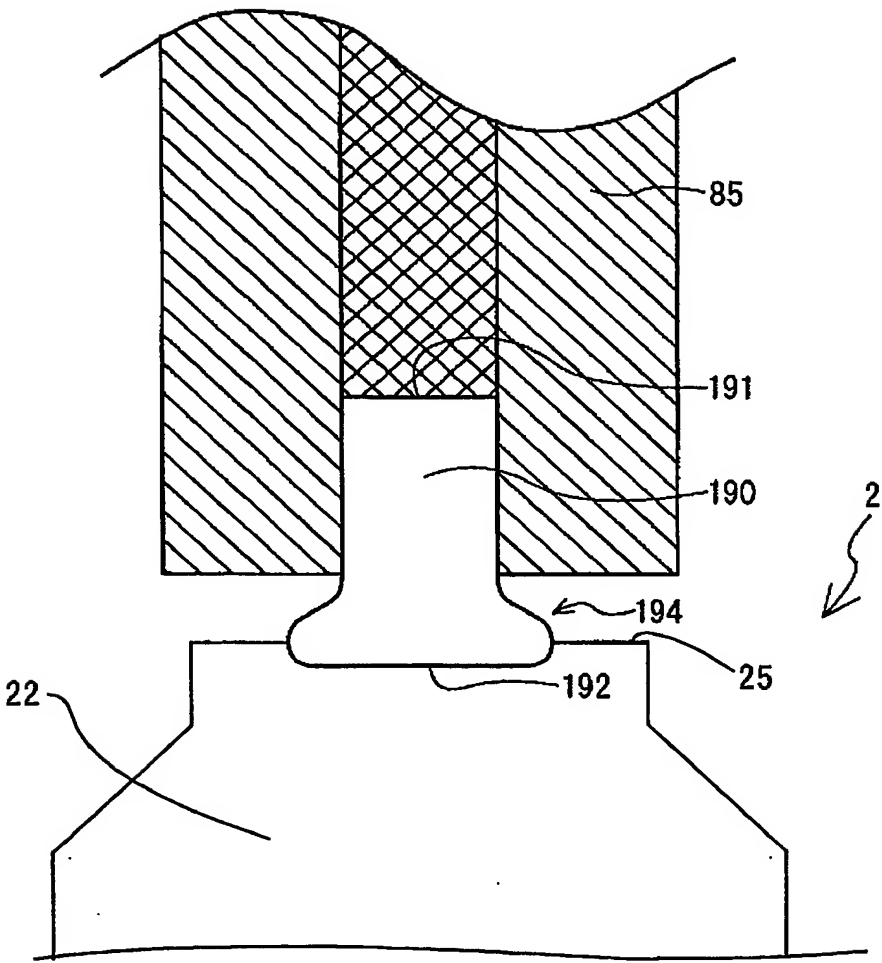


図 6

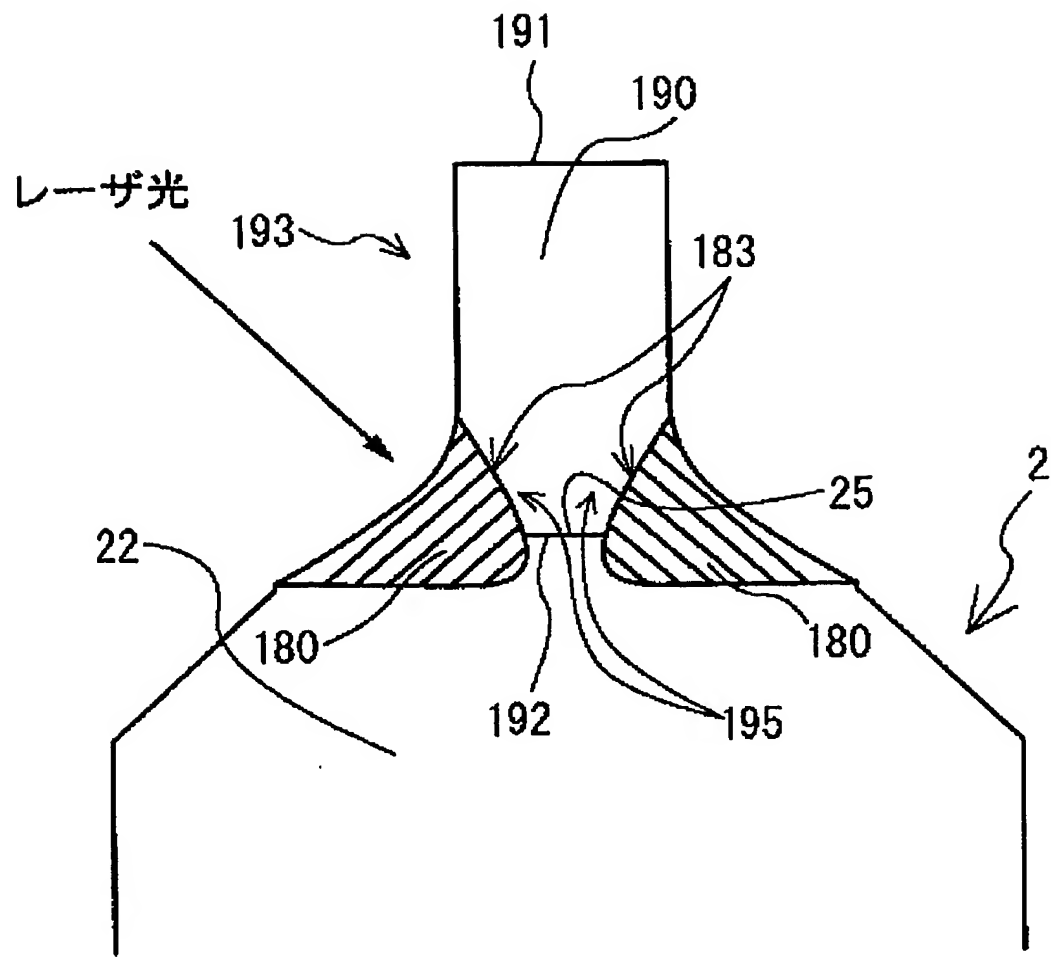


図 7

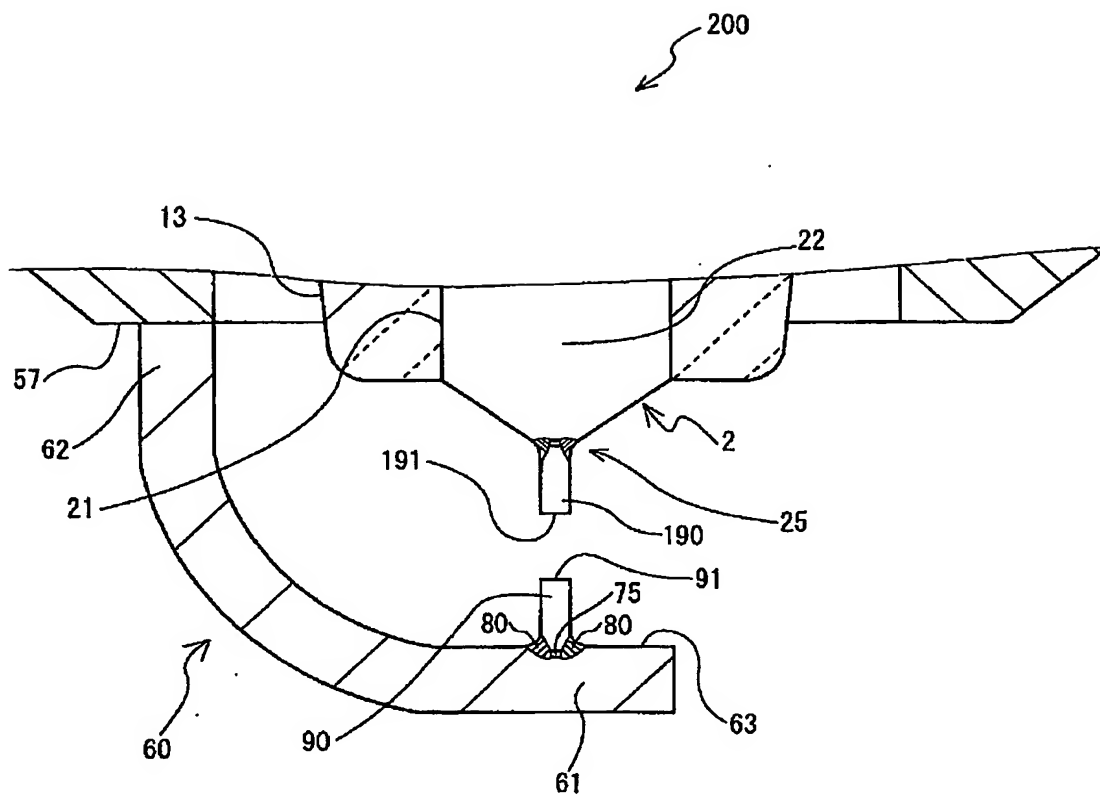


図 8

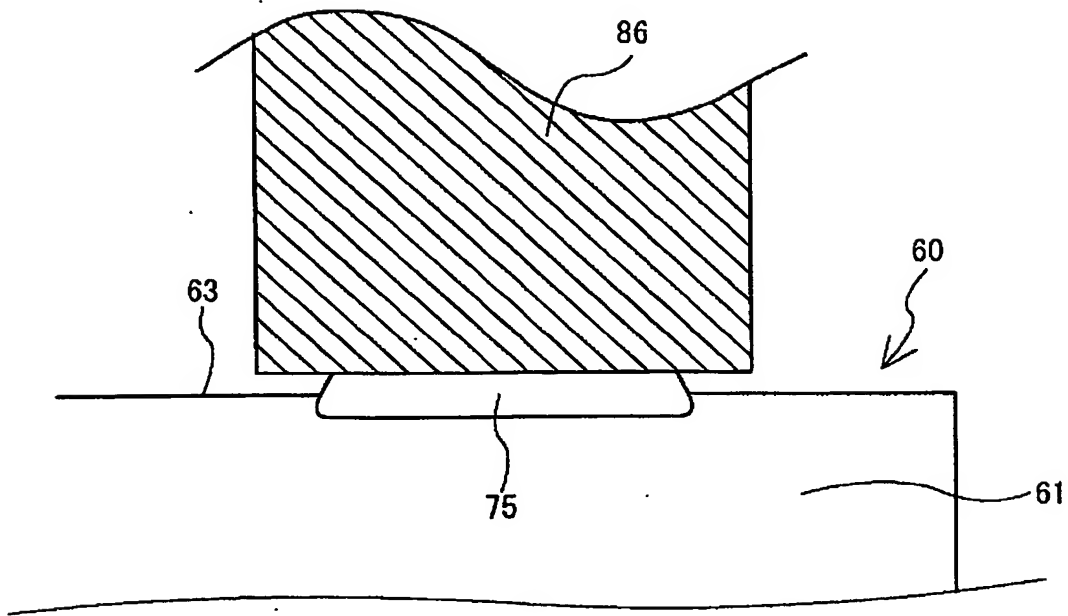


図 9

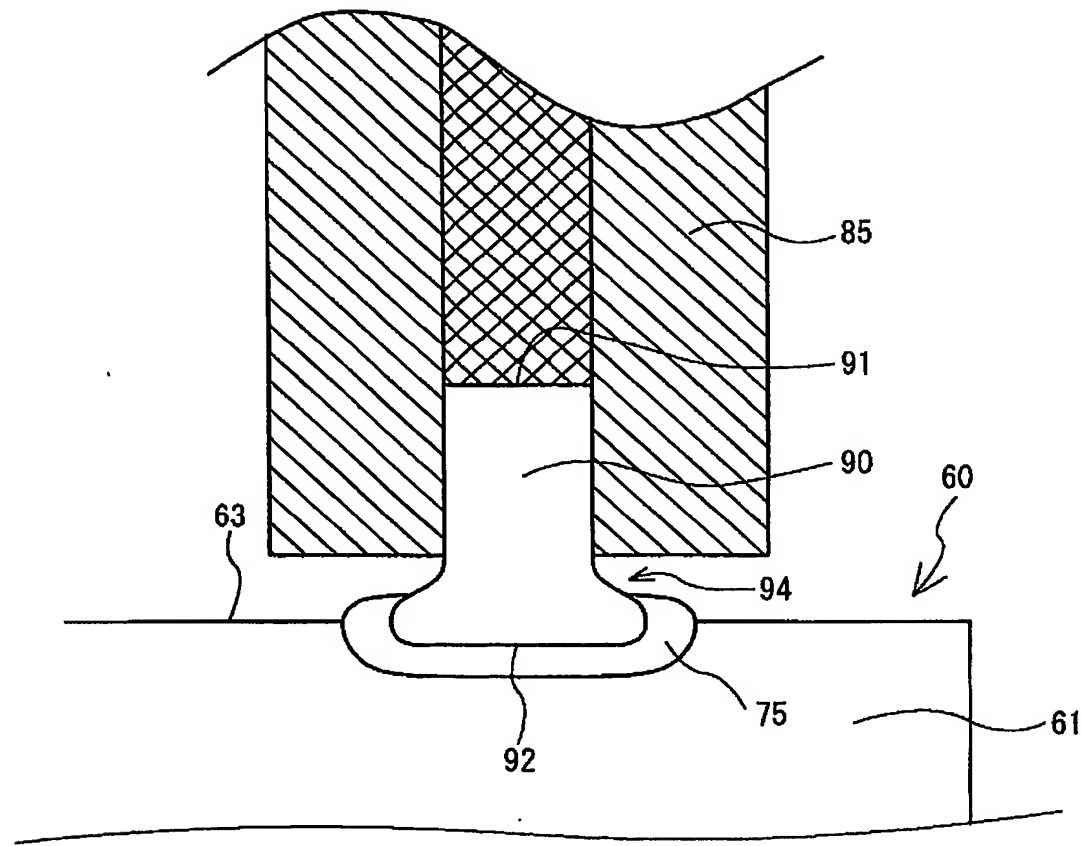


図 10

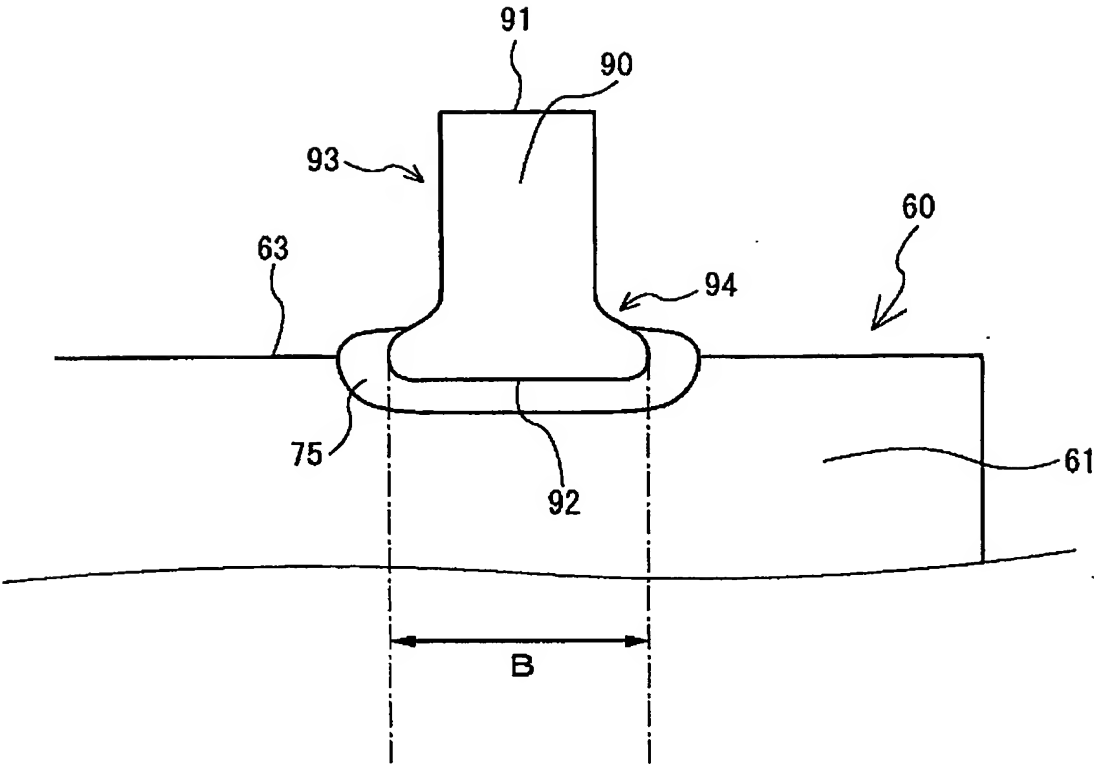


図 1 1

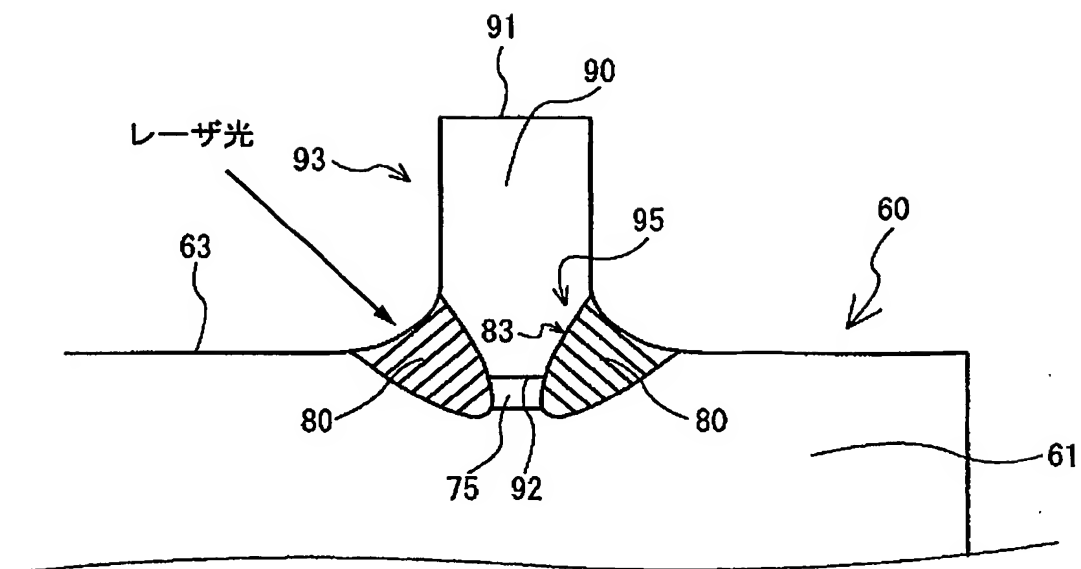


図 1 2

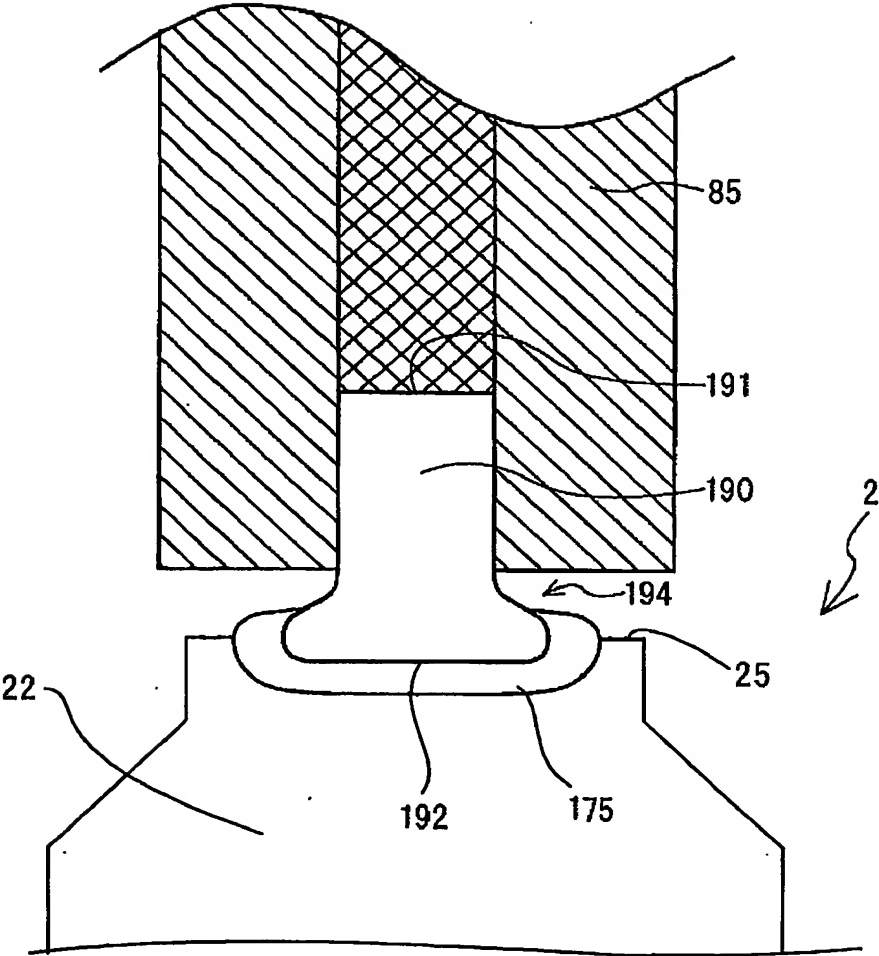


図 13

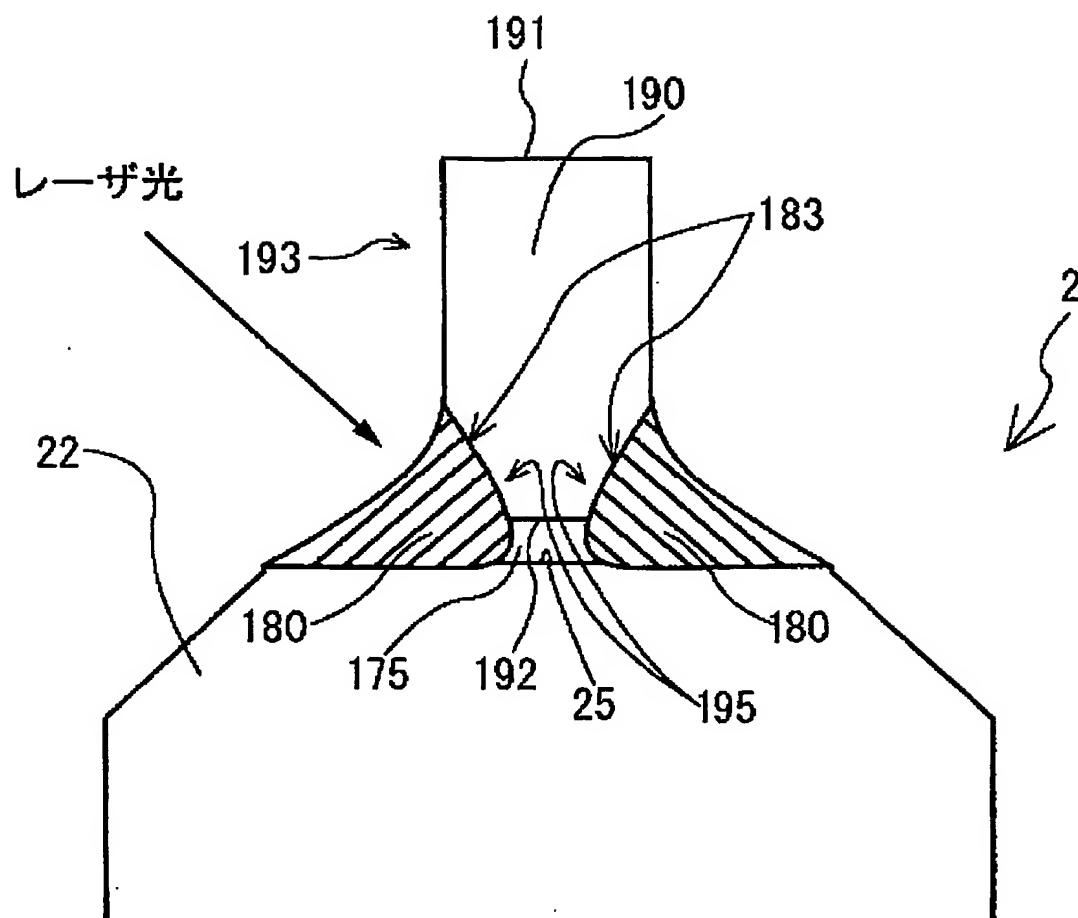


図 14

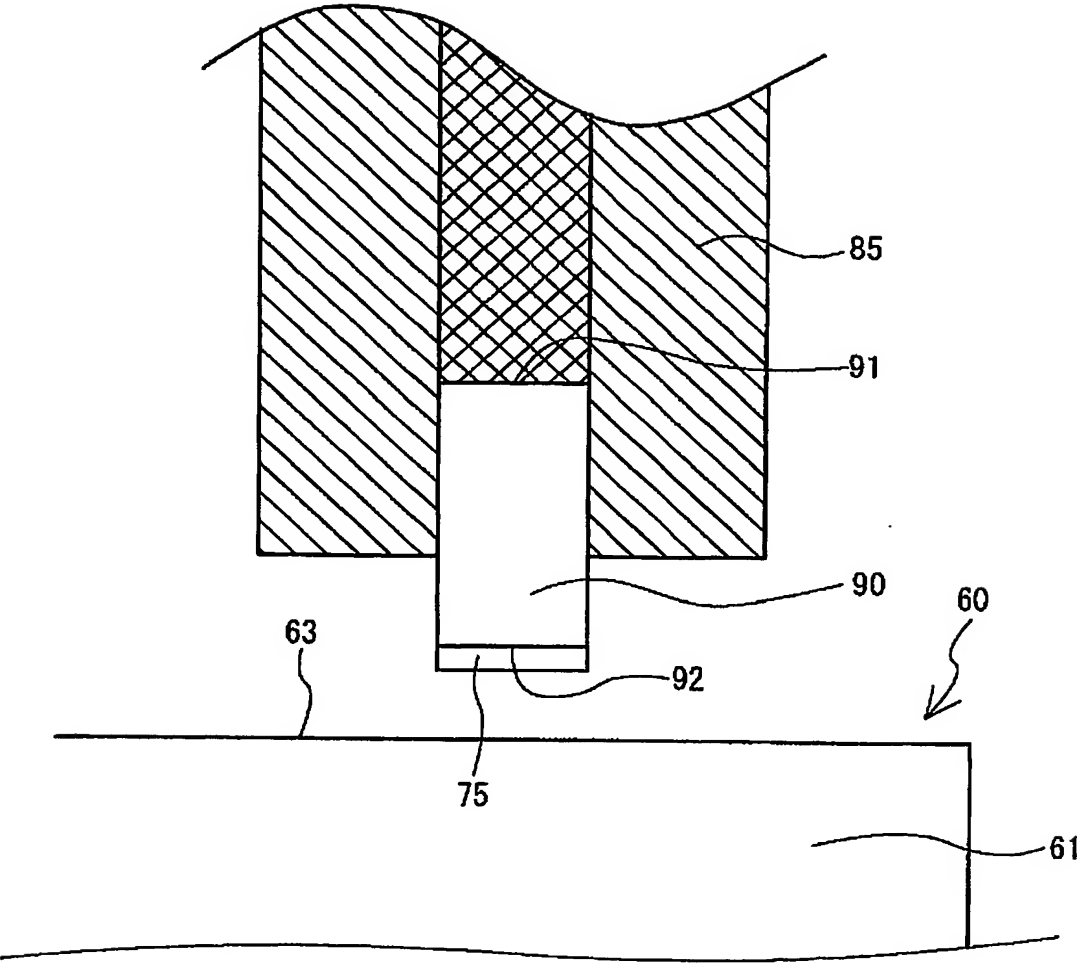


図 15

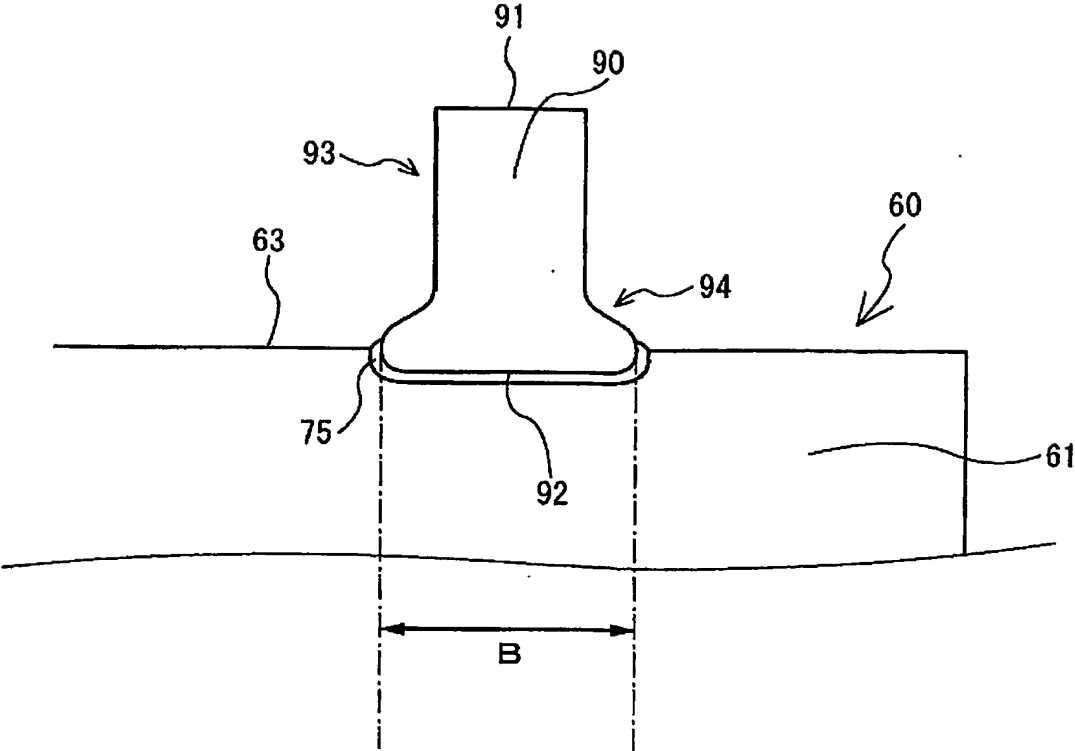
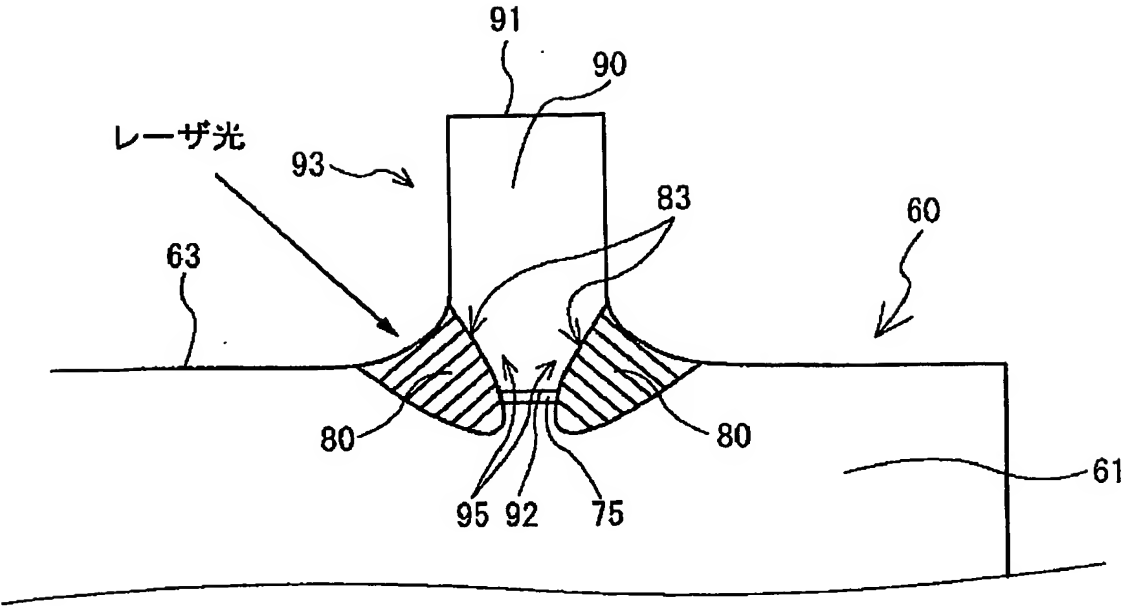


図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01T21/02, 13/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01T21/02, 13/20Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-233233 A (Denso Corp.), 27 August, 1999 (27.08.99), Abstract; Claim 1; Par Nos. [0039] to [0040] & EP 936710 A1 & US 6215235 B1	1-8
Y	JP 2002-313524 A (Denso Corp.), 25 October, 2002 (25.10.02), Claim 7; Par Nos. [0077] to [0082] & FR 2820551 A1 & US 2002/121849 A1 & DE 10205075 A1	1-8
Y	JP 7-22155 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 24 January, 1995 (24.01.95), Par Nos. [0010] to [0015]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means.

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 February, 2005 (02.02.05)Date of mailing of the international search report
22 February, 2005 (22.02.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017516

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-60488 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 06 March, 2001 (06.03.01), Abstract; Claims 1, 2 (Family: none)	4-8
A	JP 5-234662 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 10 September, 1993 (10.09.93), Abstract & EP 549368 A2 & US 5461210 A & US 5461276 A	1-8
A	JP 2001-244042 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 07 September, 2001 (07.09.01), Par Nos. [0020] to [0022]; Fig. 2 & EP 1111746 A1 & US 2001/5109 A1	3,8
A	JP 2002-50448 A (Denso Corp.), 15 February, 2002 (15.02.02), Par Nos. [0060] to [0065]; Figs. 11, 12 & US 2002/17846 A1 & GB 2368035 A & DE 10137523 A1	4-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ H01T 21/02, 13/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ H01T 21/02, 13/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-233233 A (株式会社デンソー) 1999. 08. 27, 【要約】, 【請求項1】, 【0039】-【0040】 & EP 936710 A1 & US 6215235 B1	1-8
Y	JP 2002-313524 A (株式会社デンソー) 2002. 10. 25, 【請求項7】, 【0077】-【0082】 & FR 2820551 A1 & US 2002/121849 A1 & DE 10205075 A1	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 02. 2005

国際調査報告の発送日

22. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岸 智 章

3 X

9 3 2 7

電話番号 03-3581-1101・内線 3372

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-22155 A (日本特殊陶業株式会社) 1995. 01. 24, 【0010】 - 【0015】, 図1-5 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2001-60488 A (日本特殊陶業株式会社) 2001. 03. 06, 【要約】, 【請求項1】, 【請求項2】 (ファミリーなし)	4-8
A	JP 5-234662 A (日本特殊陶業株式会社) 1993. 09. 10, 【要約】 & EP 549368 A2 & US 5461210 A & US 5461276 A	1-8
A	JP 2001-244042 A (日本特殊陶業株式会社) 2001. 09. 07, 【0020】 - 【0022】, 図2 & EP 1111746 A1 & US 2001/5109 A1	3, 8
A	JP 2002-50448 A (株式会社デンソー) 2002. 02. 15, 【0060】 - 【0065】, 図11, 12 & US 2002/17846 A1 & GB 2368035 A & DE 10137523 A1	4-8